

**ANALISIS TINGKAT RISIKO
BENCANA ANGIN PUTING BELIUNG
MEMANFAATKAN PENGINDERAAN JAUH DAN
SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS
DI KOTA SEMARANG**



Disusun sebagai syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada

Jurusan Geografi Fakultas Geografi

Oleh:

ADIL YUSUF FADILLAH

E100181015

**PROGRAM STUDI GEOGRAFI
FAKULTAS GEOGRAFI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2019

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS TINGKAT RISIKO BENCANA ANGIN PUTING BELIUNG
MEMANFAATKAN PENGINDERAAN JAUH DAN
SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS
DI KOTA SEMARANG**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

ADIL YUSUF FADILLAH

E100181015

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

**Dosen
Pembimbing,**



Jumadi, S.Si., M.Sc., PhD

NIK. 1188

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS TINGKAT RISIKO BENCANA ANGIN PUTING BELIUNG
MEMANFAATKAN PENGINDERAAN JAUH DAN
SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS
DI KOTA SEMARANG**

**OLEH
ADIL YUSUF FADILLAH
E100181015**

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Geografi
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Selasa, 05 Maret 2019
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dewan Penguji:

1. Jumadi, S.Si., M.Sc., PhD (.....) (Ketua Dewan Penguji)
2. Aditya Saputra, S.Si., M.Sc., PhD (.....) (Anggota I Dewan Penguji)
3. Drs. Yuli Priyana, M.Si (.....) (Anggota II Dewan Penguji)



Dekan,

Drs. Yuli Priyana, M.Si

NIK. 573

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya

Surakarta, 22 Februari 2019



ADIL YUSUF FADILLAH

E100181015

ANALISIS TINGKAT RISIKO BENCANA ANGIN PUTING BELIUNG MEMANFAATKAN PENGINDERAAN JAUH DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DI KOTA SEMARANG

Abstrak

Angin Puting Beliung merupakan sebutan lokal untuk Tornado skala kecil yang terjadi di Indonesia yang berasal dari perbedaan tekanan dalam suatu system cuaca sehingga menyebabkan angin kencang. Dalam rentang waktu januari 2014 hingga desember 2018, kejadian angin puting beliung di Kota Semarang mencapai 91 kali dengan total menyebabkan kerugian sekitar Rp. 852.500.000. Kepadatan populasi penduduk dan pemukiman yang tinggi tanpa diikuti dengan pengendalian pemanfaatan ruang dan alih fungsi lahan menjadikan Kota Semarang lebih berisiko terkena bencana angin puting beliung. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui tingkat bahaya, tingkat kerentanan fisik, sosial dan ekonomi serta menganalisis tingkat risiko angin puting beliung di Kota Semarang. Metode penelitian yang digunakan adalah metode survei. Sampel diambil untuk mewakili populasi yaitu penutup lahan, kemiringan lereng, dan suhu udara permukaan lahan dengan analisis data menggunakan metode kuantitatif berjenjang tertimbang untuk menjawab tujuan mengetahui sebaran daerah bahaya dan kerentanan serta analisis hasil perhitungan matematis untuk mengetahui risiko bencana angin puting beliung. Hasil yang diperoleh menunjukkan Kota Semarang memiliki tingkat bahaya tinggi sebesar 28,502% yang banyak terdapat di arah barat daya dan timur laut wilayah Kota Semarang. Tingkat kerentanan tinggi berada di Kecamatan Semarang Barat, Mijen, Gunung Pati, dan Tembalang. Hasil tingkat risiko dengan kelas tinggi menempati urutan paling sedikit yakni dari kelas lainnya dengan sebaran berada di Kecamatan Tugu dan Tembalang sebesar atau 16,294%.

Kata Kunci: angin puting beliung, bencana, bahaya, kerentanan, risiko

Abstract

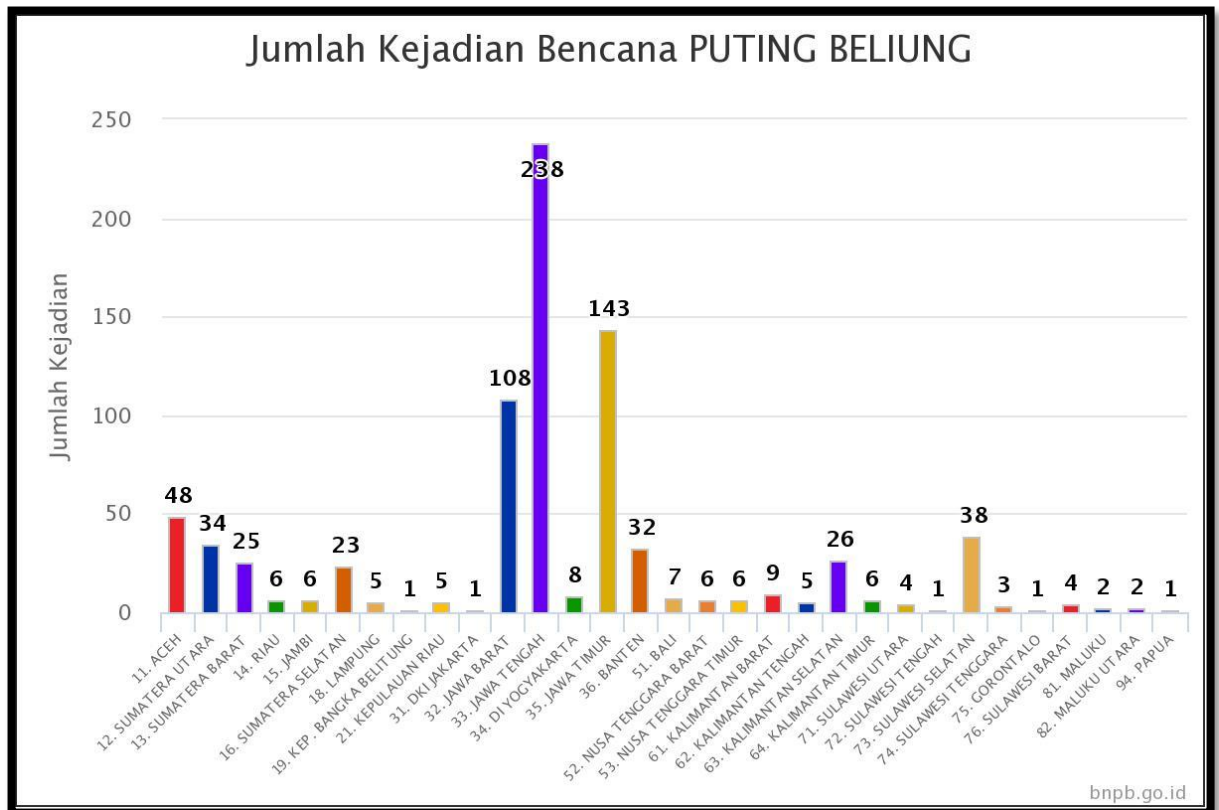
Windstorm is a local designation for small-scale tornadoes that occur in Indonesia that comes from pressure differences in a weather system that causes strong winds. In the period of January 2014 to December 2018, the Windstorm incident in Semarang City reached 91 times with a total loss of around Rp.852,500,000. The high density of population and settlement without being followed by controlling the use of space and the conversion of land make the city of Semarang more at risk of being hit by a Windstorm. The purpose of this study was to determine the level of danger, the level of physical, social and economic vulnerability and analyze the risk level of Windstorm in the city of Semarang. The research method used is the survey method. Samples were taken to represent populations, namely land cover, slope, and land surface air temperature. The data analysis technique uses a weighted tiered quantitative method to answer the purpose of knowing the distribution of hazard and vulnerability areas and analysis of the results of mathematical calculations to determine the risk of windstorm disasters.

The results obtained show that Semarang City has a high hazard level of 28,502%, which is widely found in the southwest and northeast of the city of Semarang. High levels of vulnerability are in West Semarang District, Mijen, Gunung Pati, and Tembalang. The results of the risk level with the high class ranks the least, namely from the other classes with the distribution in Tugu and Tembalang Subdistricts of or 16.294%.

Keywords: windstorm, disaster, hazard, vulnerability, risk

1. PENDAHULUAN

BNPB (2018) mencatat bahwa pada rentang waktu tahun 2008-2017 kejadian bencana angin puting beliung menjadi bencana dengan jumlah paling banyak kedua setelah bencana banjir. Hal ini menandakan bahwa bencana angin puting beliung memang rawan terjadi di Indonesia. Untuk frekuensi kejadian angin puting beliung (Gambar 1) paling banyak berada di Provinsi Jawa Tengah dengan 236 kejadian sepanjang tahun 2018. Berdasarkan distribusi kejadian bencananya, Provinsi Jawa Tengah memiliki jumlah paling banyak dibandingkan dengan provinsi lain. (Nurjani et al (2013) menyatakan bahwa frekuensi kejadian bencana angin puting beliung paling banyak terjadi di Jawa Tengah bagian utara dan bagian selatan yang memiliki topografi dengan permukaan yang relatif lebih halus dibanding bagian tengah. Dalam hal ini salah satu daerah mengalami bencana angin puting beliung yakni Ibukota Provinsi Jawa Tengah, Kota Semarang.



Gambar 1. Frekuensi Kejadian tahun 2018

Sumber: BNPB, (2018)

Tercatat dalam rentang waktu Januari 2014 hingga Desember 2018 kejadian angin puting beliung di Kota Semarang mencapai 91 kali dengan total menyebabkan kerugian sekitar Rp. 852.500.000. Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS, 2018), jumlah penduduk Kota Semarang yang tercatat berjumlah 1.729.428 Jiwa, dengan luas wilayah sebesar 373,67 Km² dengan kepadatan 4.628 Jiwa/Km² menjadikan Kota Semarang merupakan Kota padat penduduk dan pemukiman. Kepadatan tersebut menjadikan kerentanan terhadap bahaya angin puting beliung yang mengancam semakin tinggi atau dapat menyebabkan banyak orang yang terdampak dan terpapar bencana tersebut (Fakhrurrozi et al, 2016).

Tabel 1. Kejadian Bencana angin puting beliung di Kota Semarang tahun 2014 – 2018

| Kecamatan | Jumlah Kejadian (2014-2018) | Luka-Luka (jiwa) | Meninggal Dunia (Jiwa) | Bangunan Rusak | TAKSIRAN KERUGIAN (Rp.000,-) |
|------------------|-----------------------------|------------------|------------------------|----------------|------------------------------|
| Banyumanik | 4 | 5 | 0 | 0 | 10.000.000 |
| Candisari | 6 | 1 | 0 | 8 | 85.000.000 |
| Gajah Mungkur | 6 | 0 | 0 | 2 | 12.500.000 |
| Gayamsari | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| Genuk | 4 | 0 | 0 | 5 | 20.000.000 |
| Gunung Pati | 6 | 0 | 0 | 17 | 30.000.000 |
| Mijen | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Ngaliyan | 4 | 2 | 0 | 1 | 175.000.000 |
| Pedurungan | 4 | 0 | 1 | 3 | 0 |
| Semarang Barat | 15 | 3 | 1 | 50 | 50.000.000 |
| Semarang Selatan | 8 | 0 | 0 | 2 | 35.000.000 |
| Semarang Tengah | 3 | 0 | 0 | 3 | 150.000.000 |
| Semarang Timur | 7 | 0 | 0 | 5 | 0 |
| Semarang Utara | 6 | 0 | 0 | 68 | 25.000.000 |
| Tembalang | 12 | 0 | 0 | 13 | 160.000.000 |
| Tugu | 4 | 0 | 0 | 2 | 100.000.000 |
| Jumlah | 91 | 11 | 2 | 182 | 852.500.000 |

Sumber: BPBD Kota Semarang (2018)

Pentingnya kajian analisis risiko bencana angin puting beliung di Kota Semarang dikarenakan kepadatan populasinya yang tinggi, penggunaan infrastruktur yang sangat intensif, serta berkembangnya kepentingan industri dan bisnis tanpa diikuti dengan pengendalian pemanfaatan ruang dan alih fungsi lahan menjadikan Kota Semarang lebih berisiko terkena bencana angin puting beliung. Pada kenyataannya jumlah penduduk yang terus meningkat akan mempengaruhi perubahan penggunaan lahan (Nurjani et al, 2013). Terlebih lagi jika tindakan Mitigasi tidak dilakukan oleh pemerintah maupun masyarakat setempat maka Kota Semarang akan menjadi lebih berisiko terkena angin puting beliung. Handoko et al, (2017) menyebutkan bahwa aspek terpenting dalam mitigasi bencana adalah penilaian terhadap kerentanan wilayah berpotensi rawan bencana dan metode yang dapat digunakan dalam pengkajiannya adalah kombinasi dari metode Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG). Perkembangan Penginderaan Jauh dan

Sistem Informasi Geografis (SIG) mampu menyediakan informasi data geospasial seperti obyek dipermukaan bumi secara cepat, sekaligus menyediakan sistem analisis keruangan yang akurat untuk membantu dalam menganalisis risiko bencana (Faizana et al, 2015). Seperti halnya saat ini penelitian mengenai kajian risiko angin puting beliung masih jarang dilakukan baik di Kota Semarang sendiri maupun pada skala Nasional baik oleh pemerintah maupun akademisi yang mana hal tersebut karena masih kurangnya sumber daya yang kompeten pada bidangnya (BPBD Kota Semarang, 2018). Dengan dilakukannya analisis risiko bencana angin puting beliung di Kota Semarang, masyarakat dapat mengetahui kajian risiko bencana yang didalamnya terdapat ancaman bencana, areal yang terkena bencana, jumlah jiwa yang terpapar bencana, potensi kerugian yang ditimbulkan bencana, dan kapasitas yang dimiliki untuk mengurangi resiko bencana yang mana penting untuk diketahui oleh masyarakat. Sehingga bencana yang terjadi kedepannya dapat segera diminimalisir jumlah korbannya, karena masyarakat sudah siap menghadapi bencana dan tahu akan risiko yang dihadapi di tempat tinggalnya baik saat sebelum terjadi bencana, saat terjadi bencana hingga pasca bencana terjadi. Berdasarkan hasil analisis risiko bencana ini diharapkan penyelenggaraan penanggulangan bencana menjadi lebih efektif, sehingga untuk menjawab permasalahan yang ada peneliti mengambil judul **“Analisis Risiko Bencana Angin Puting Beliung Memanfaatkan Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografi Di Kota Semarang”**.

2. METODE

2.1 Area Studi

Area studi penelitian ini adalah Kota Semarang yang mempunyai koordinat Terletak pada posisi 6° 50' - 7° 10' Lintang Selatan dan 109° 35' - 110° 50' Bujur Timur dengan batas administratif wilayah Kota Semarang sebagai berikut:

- a. Batas Utara : Laut Jawa
- b. Batas Selatan : Kabupaten Semarang
- c. Batas Timur : Kabupaten Demak
- d. Batas Barat : Kabupaten Kendal

Secara administratif Kota Semarang terbagi menjadi 16 Kecamatan dan 177 Kelurahan. Dari 16 Kecamatan yang ada, terdapat 2 Kecamatan yang mempunyai wilayah terluas yaitu Kecamatan Mijen, dengan luas wilayah 57,967 Km². Sedangkan kecamatan yang mempunyai luas terkecil adalah Kecamatan Semarang Tengah, dengan luas wilayah 5,360 Km². Seiring dengan perkembangan Kota, Kota Semarang berkembang menjadi kota yang memfokuskan pada perdagangan dan jasa. Berdasarkan lokasinya, kawasan perdagangan dan jasa di Kota Semarang terletak menyebar dan pada umumnya berada di sepanjang jalan-jalan utama. Kawasan perdagangan modern, terutama terdapat di Kawasan Simpanglima yang merupakan urat nadi perekonomian Kota Semarang. Berikut disertakan Kondisi luas wilayah Kota Semarang pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabel Luasan tiap kecamatan

| No | Kecamatan | Jumlah Kelurahan | Luas (Km ²) |
|----|------------------|------------------|-------------------------|
| 1 | Banyumanik | 11 | 31,039 |
| 2 | Candisari | 7 | 6,537 |
| 3 | Gajah Mungkur | 8 | 9,712 |
| 4 | Gayamsari | 7 | 6,285 |
| 5 | Genuk | 13 | 26,697 |
| 6 | Gunung Pati | 16 | 59,750 |
| 7 | Mijen | 14 | 57,967 |
| 8 | Ngaliyan | 10 | 44,527 |
| 9 | Pedurungan | 12 | 22,177 |
| 10 | Semarang Barat | 16 | 22,675 |
| 11 | Semarang Selatan | 10 | 6,171 |
| 12 | Semarang Tengah | 15 | 5,360 |
| 13 | Semarang Timur | 10 | 5,628 |
| 14 | Semarang Utara | 9 | 11,314 |
| 15 | Tembalang | 12 | 40,249 |
| 16 | Tugu | 7 | 29,793 |

Sumber: BPS Kota Semarang (2018)

2.2 Data dan Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan yakni data primer dan data sekunder. Data primer yaitu data yang diperoleh langsung dengan melakukan pengolahan data, pengukuran secara

langsung, atau studi wawancara. Adapun data sekunder yaitu data yang diperoleh dari instansi terkait. Data-data tersebut meliputi:

1. Data Primer

Data primer berupa data citra SRTM yang diperoleh melalui *website USGS* dengan memilih daerah kajian Kota Semarang. Citra SRTM digunakan untuk membuat parameter peta kemiringan lereng dengan melakukan pemrosesan citra. Data primer lainnya terdapat pada Citra Landsat 8 OLI wilayah kajian Kota Semarang dari *USGS*. Citra Landsat 8 OLI digunakan untuk membuat parameter suhu udara permukaan dengan pemrosesan citra.

2. Data Sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini meliputi data-data spasial sebagaimana tercantum dalam Tabel 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2.1. Data Sekunder Penelitian

| No | Bahan | Format Data | Sumber Data | Karakteristik |
|----|--|----------------------|-----------------------|---|
| 1. | Peta Administrasi Kota Semarang. | Digital/Data vector | BAPPEDA Kota Semarang | Skala 1:25.000, tahun 2001 |
| 2. | Peta Tata Guna Lahan Kota Semarang. | Digital/Data vector | BAPPEDA Kota Semarang | Skala 1:25.000, Tahun 2011-2031 |
| 3. | Citra Spot-6 Wilayah Kota Semarang 25 Maret 2016. | Digital/Data Raster | Kementeria n PU & PR | Resolusi spasial multi (6m), pankro (1,5m), <i>pansharpening</i> , level pemrosesan ortho |
| 4. | Data Curah Hujan Tahunan Kota Semarang. | Digital/Data Tabuler | BMKG | Tahun 2014-2018 |
| 5. | Data Citra <i>SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) 1 Arc-second</i> Liputan Wilayah Kota Semarang. | Digital/Data Raster | USGS | Resolusi spasial 30m, Versi 3 |
| 6. | Kota Semarang Dalam Angka | Digital | BPS | Tahun 2018 |
| 7. | Kecamatan Dalam Angka di Kota Semarang | Digital | BPS | 16 Kecamatan (Tahun 2018) |
| 8. | Indikator Ekonomi Kota Semarang | Digital | BPS | Tahun 2017 |

| | | | | |
|-----|--|----------------------|------|--|
| 9. | Data Tingkat Kapasitas Bencana Kota Semarang | Digital/Data Tabuler | BPBD | Tahun 2017 |
| 10. | Data rekap lokasi Kejadian Bencana angin Puting Beliung Kota Semarang. | Digital/Data Tabuler | BPBD | Tahun 2014-2018 |
| 11. | Data Citra Landsat 8 OLI TIRS tahun 2017 | Digital/Data Raster | USGS | Resolusi spasial OLI (30m), TIR (100m), level pemrosesan L1T |

Sedangkan Instrumen yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini antara lain:

1. Seperangkat Laptop untuk pemrosesan kegiatan penelitian
2. *Software* ArcMap 10.1 untuk pemrosesan dan penyajian data spasial
3. *Microsoft Office* untuk penyusunan data tabular dan laporan penelitian
4. *Software* PDF Maps plotting untuk lokasi pengambilan sampel lapangan
5. Kamera untuk dokumentasi survei lapangan
6. Tabel *checklist* lapangan untuk membantu catatan survei lapangan
7. *Infrared Thermometer* untuk pengambilan sampel suhu di lapangan
8. Klinometer untuk pengambilan sampel kemiringan lereng di lapangan

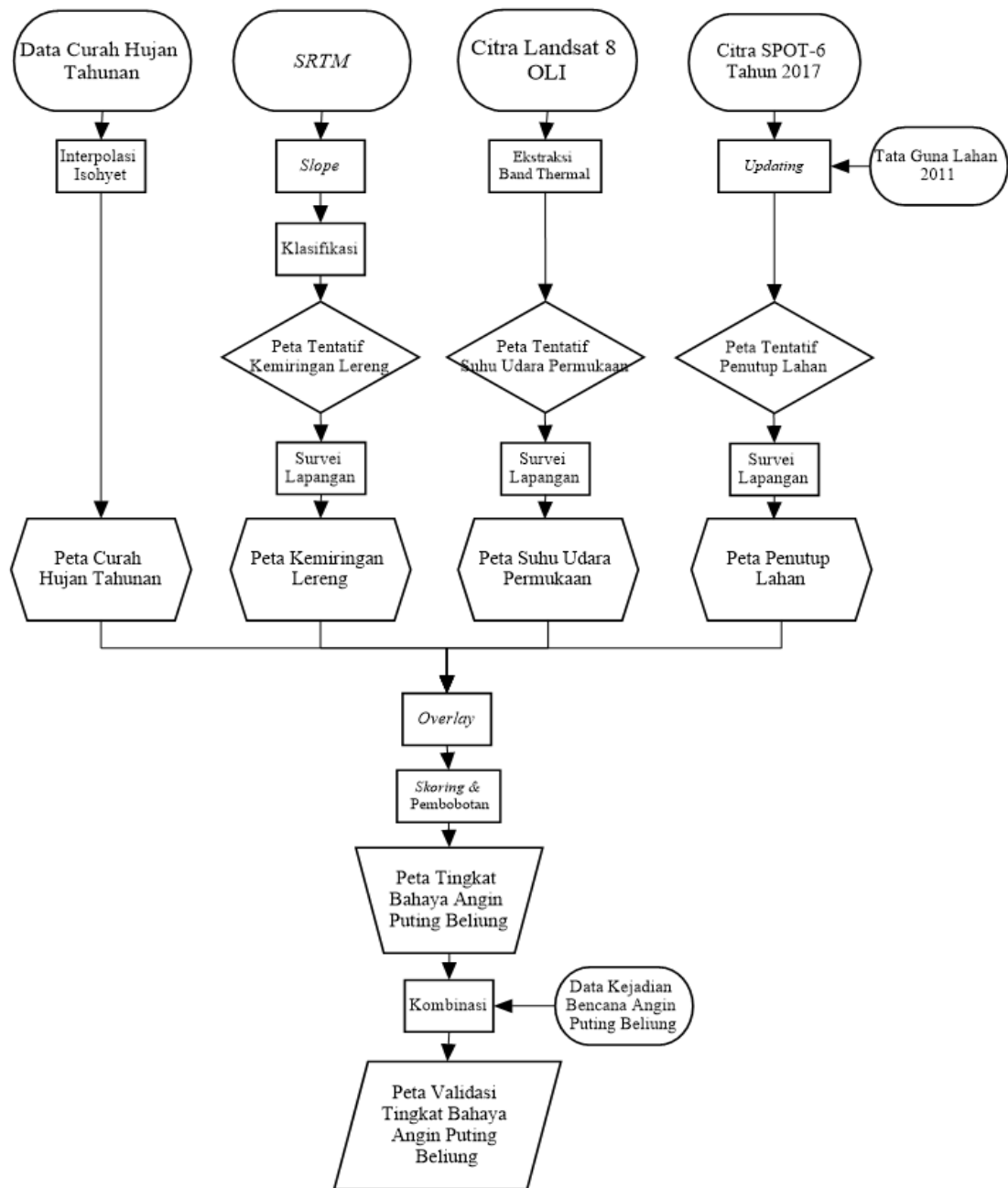
2.3 Metode Analisis

Metode penelitian yang digunakan adalah metode survei dengan teknik pengumpulan data yang dilakukan dilakukan sampling dari sebuah populasi. Sampel yang diambil untuk mewakili populasi, sedangkan populasi yang diambil yaitu penutup lahan, kemiringan lereng, dan suhu udara permukaan lahan. Adapun parameter yang digunakan dalam penelitian ini yaitu parameter bahaya yang terdiri dari penutup lahan, kemiringan lereng, curah hujan, dan suhu udara permukaan, kemudian parameter kerentanan meliputi kerentanan fisik, sosial, dan ekonomi serta ditambah dengan parameter kapasitas daerah yang mana dari hasil 3 parameter kemudian dianalisis menjadi risiko bencana angin puting beliung.

Data yang digunakan yakni data primer dan data sekunder. Data primer yaitu data yang diperoleh langsung dengan melakukan pengolahan data, pengukuran secara langsung, atau studi wawancara. Penelitian ini akan dikaji beberapa variabel yang menjadi fokus pada penelitian tentang kebencanaan Angin Puting Beliung

yang terdapat di Kota Semarang. Terdapat 4 variabel yang akan menjadi fokus yaitu bahaya/kerawanan, kerentanan, kapasitas dan risiko. Adapun variabel yang digunakan sebagai input tersebut telah dipilih berdasarkan kajian pustaka, serta mempertimbangkan ketersediaan data pada instansi.

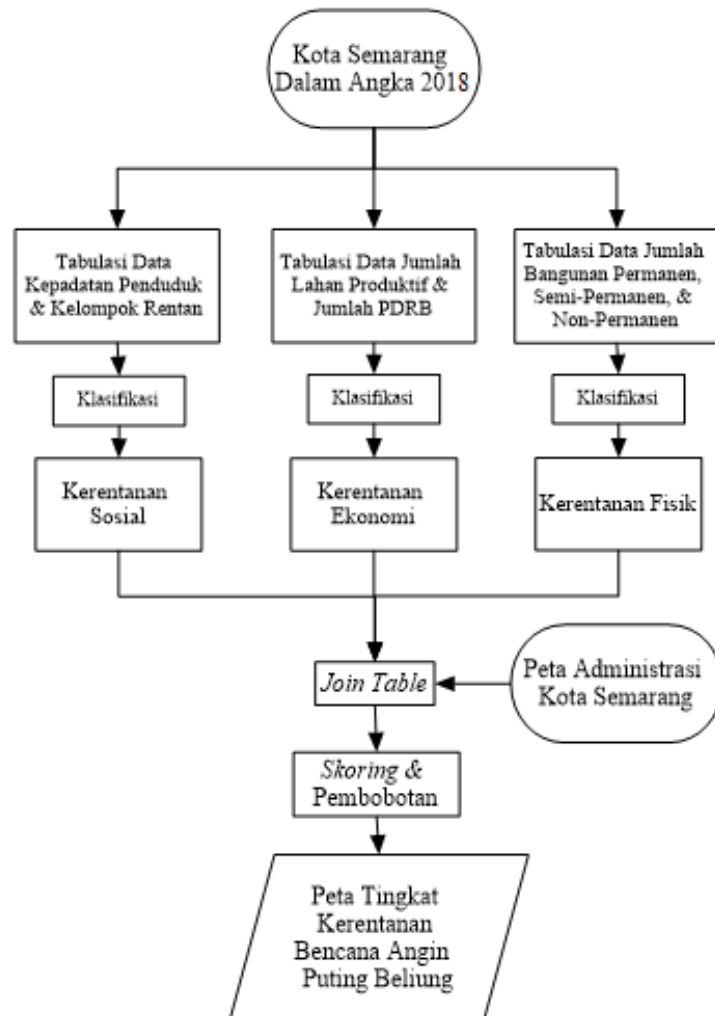
Penyusunan peta bahaya merupakan salah satu pemrosesan penting dalam menentukan kajian risiko bencana angin puting beliung yang mana pada peta bahaya bencana tersebut terdapat 4 parameter yaitu peta penutup lahan, peta curah hujan, peta suhu udara permukaan dan peta kemiringan lereng. Keempat parameter tersebut dilakukan proses *overlay*, kemudian dilakukan pengharkatan dan pengkelasan menggunakan metode *AHP* sesuai pengaruh yang ditimbulkan dalam bahaya angin puting beliung dan dikombinasikan dengan data kejadian bencana angin puting beliung yang terjadi sebagai unit validasi peta bencana angin puting beliung (Gambar 1).



Gambar 1. Diagram Alir Parameter Bahaya

Peta kerentanan bencana angin puting beliung memiliki beberapa parameter yang didalamnya terdapat indikator seperti kerentanan sosial (kepadatan penduduk dan kelompok rentan), kerentanan fisik (jumlah bangunan permanen, jumlah bangunan semi permanen, dan jumlah bangunan non permanen), serta kerentanan ekonomi (luas lahan produktif dan kontribusi PDRB). Pada tiap parameter tersebut

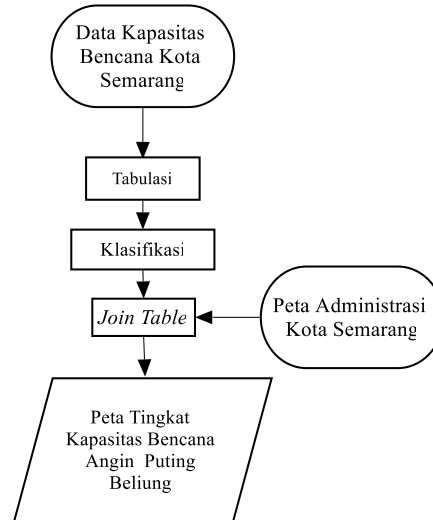
dilakukan proses *input* kedalam tabel serta dilakukan pemberian pembobotan menggunakan AHP sesuai pengaruh yang ditimbulkan dalam kerentanan bencana angin puting beliung. Selanjutnya pada hasil tabel tersebut dimuat kedalam peta administrasi Kota Semarang sesuai daerah administrasi masing-masing kajian kerentanan (Gambar 2).



Gambar 2. Diagram Alir Parameter Kerentanan

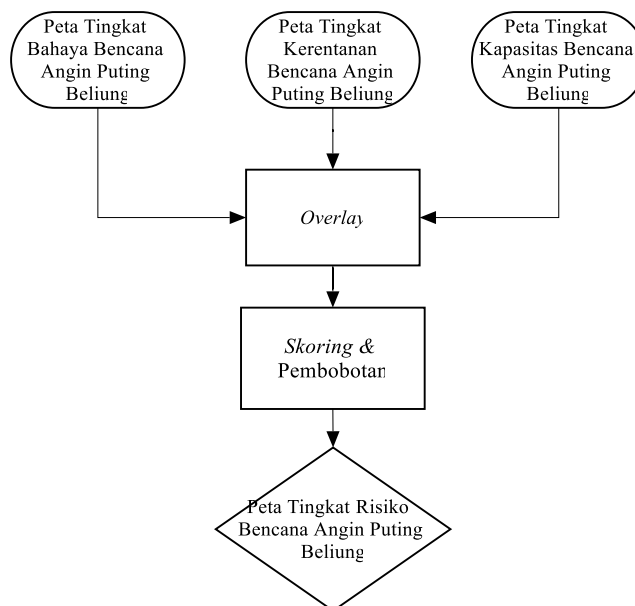
Pada tingkat kapasitas bencana di Kota Semarang diperoleh dari hasil survei terbaru BPBD Kota Semarang pada tahun 2017 meliputi indikator tingkat sosialisasi kebencanaan, akses jalur evakuasi, dan ketersediaan peralatan penunjang dalam menghadapi bencana yang dapat terjadi. Dalam hal ini, hasil dari survei tersebut dirangkum menjadi tingkat kapasitas bencana di Kota Semarang yang

terbagi kedalam 3 tingkatan kelas dari rendah, sedang, dan tinggi. Alur pembuatan peta tingkat kapasitas dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Parameter Kapasitas

Penentuan pemetaan risiko bencana dilakukan dengan menggabungkan nilai bahaya, kerentanan, dan kapasitas seperti pada Gambar 4. Proses ini dilakukan dengan menggunakan kalkulasi secara spasial sehingga dapat menghasilkan peta risiko yang dapat dipergunakan dalam menyusun penjelasan peta risiko (Gambar 4).



Gambar 4. Diagram Alir Pemetaan Risiko

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Metode analisis data untuk tingkat bahaya angin puting beliung menggunakan analisis kuantitatif berjenjang tertimbang menggunakan *Analytical Hierarchy Process* dengan fungsi tumpang susun/overlay pada setiap parameter dengan melakukan pengharkatan dan pembobotan pada masing-masing parameter bahaya angin puting beliung.
- b. Metode analisis data untuk tingkat kerentanan angin puting beliung menggunakan analisis kuantitatif berjenjang tertimbang menggunakan *Analytical Hierarchy Process* dengan fungsi tumpang susun/overlay pada setiap parameter dengan melakukan pengharkatan dan pembobotan pada masing-masing parameter kerentanan.
- c. Metode analisis data tingkat risiko bencana Angin Puting Beliung menggunakan metode perhitungan matematis dengan rumus ***Risk = Hazard x Vulnerability / Capacity***.

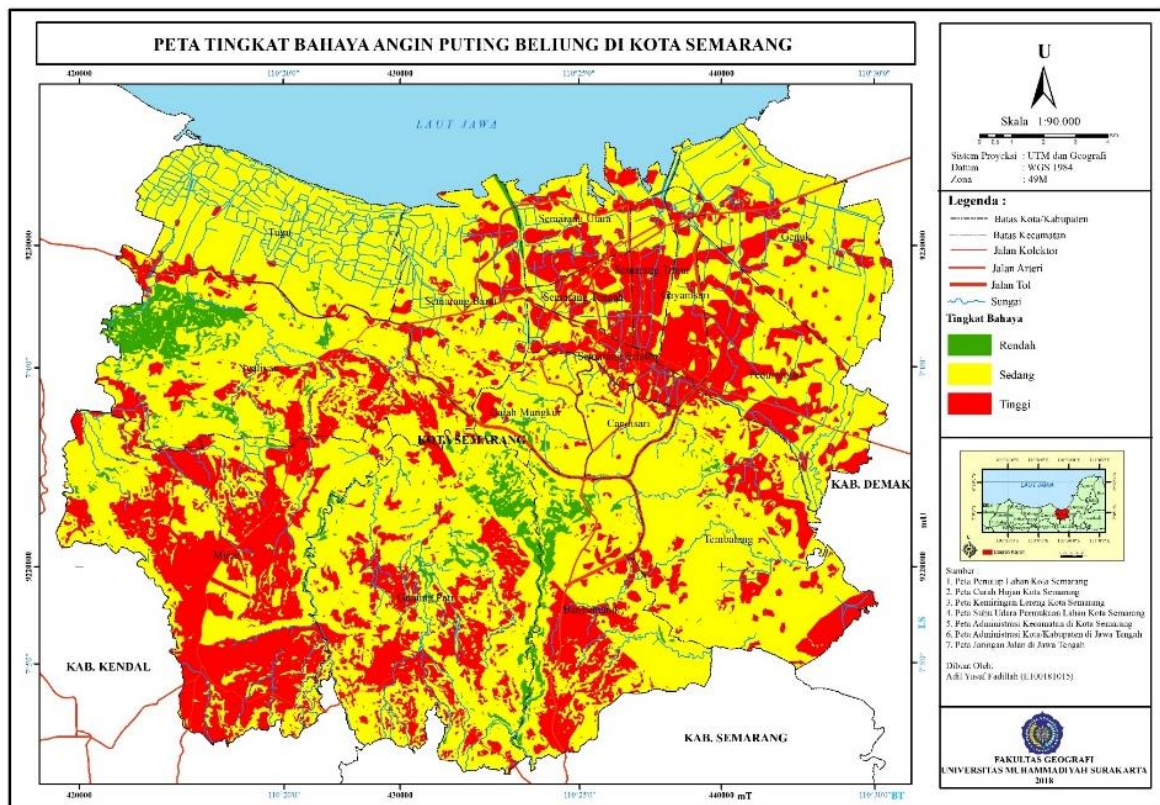
Analisis data dilakukan untuk memecahkan rumusan masalah dan menjawab tujuan penelitian. Hasil penelitian berupa peta bahaya bencana angin puting beliung, peta kerentanan bencana angin puting beliung, dan peta risiko bencana angin puting beliung di Kota Semarang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Penelitian

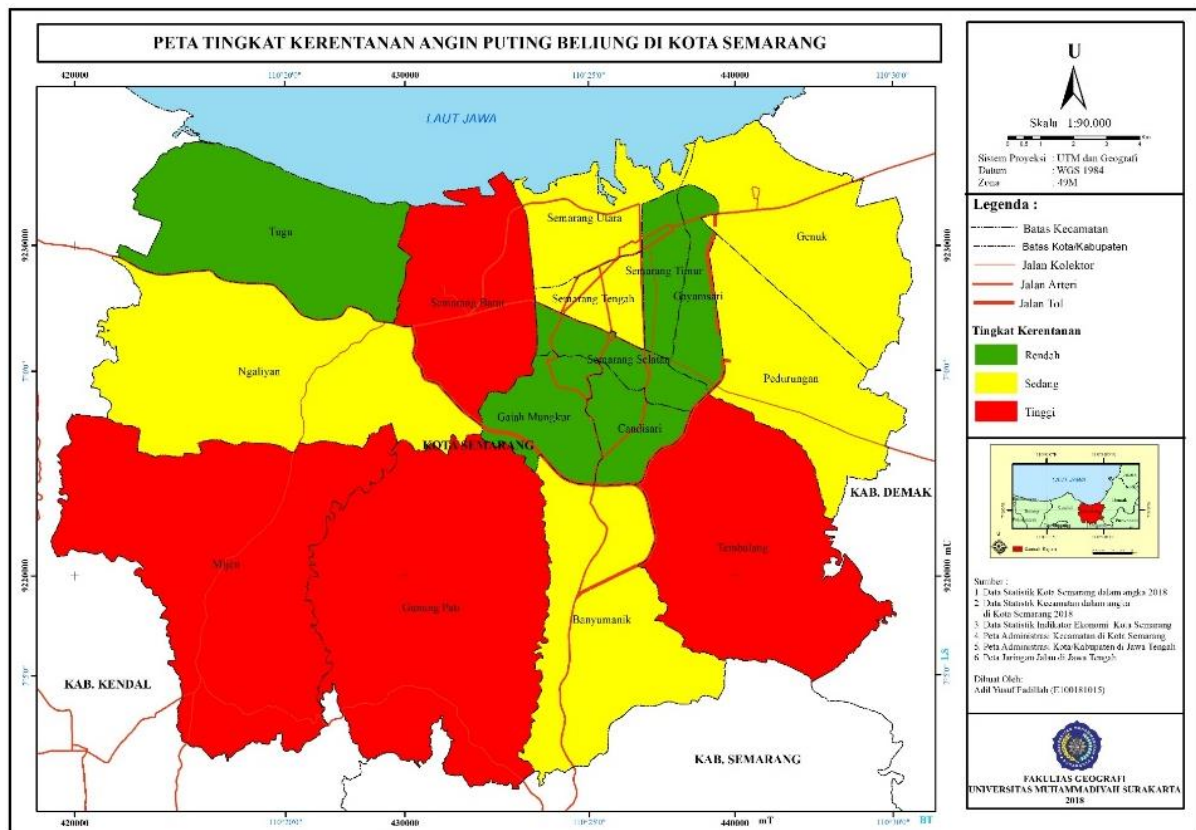
Hasil dari analisis menyatakan bahwa Kota Semarang memiliki tingkat bahaya angin puting beliung yang tidak tinggi namun juga tidak rendah atau berada pada level sedang dengan luas 261,471 Km² atau 67,878% yang persebarannya berada di seluruh wilayah Kecamatan yang ada di Kota Semarang. Kondisi tersebut disebabkan oleh parameter penentu tingkat bahaya angin puting beliung yang sebagian memiliki harkat yang tinggi, namun pada sebagian lainnya memiliki harkat yang rendah. Kemudian pada kelas bahaya tinggi diketahui memiliki luas 109,793 Km² atau 28,502% yang memang pada persebaran wilayahnya merupakan daerah penggunaan lahan permukiman dan lahan terbangun meskipun curah

hujannya rendah di bagian timur laut namun daerah tersebut memiliki morfologi yang datar dengan suhu yang tinggi. Sedangkan pada kelas bahaya rendah dengan luas 13,944 Km² atau 3,620% yang mana daerah tersebut memiliki curah hujan yang terbilang rendah, penggunaan lahannya lebih banyak bervegetasi dengan kerapatan tinggi seperti hutan serta kebun/perkebunan, lalu suhu udaranya pun tidak tinggi dengan morfologi dari agak curam hingga sangat curam. Kemudian terdapat kelas bahaya tinggi dengan luas 109,793 Km² atau 28,502% yang banyak terdapat di arah barat daya dan timur laut tepatnya di sebagian Kecamatan Ngaliyan, Mijen, Gunung Pati, Banymanik, Tembalang, Semarang Barat, Semarang Tengah, Semarang Utara, Semarang Selatan, Semarang Timur, Pedurungan, Genuk, dan Gayamsari yang memang merupakan daerah dengan penutup lahan permukiman dan lahan terbangun meskipun curah hujannya rendah di bagian timur laut, namun daerah tersebut memiliki morfologi yang datar dengan suhu yang tinggi. Berikut peta bahaya angin puting beliung yang dapat dilihat pada Gambar 5.



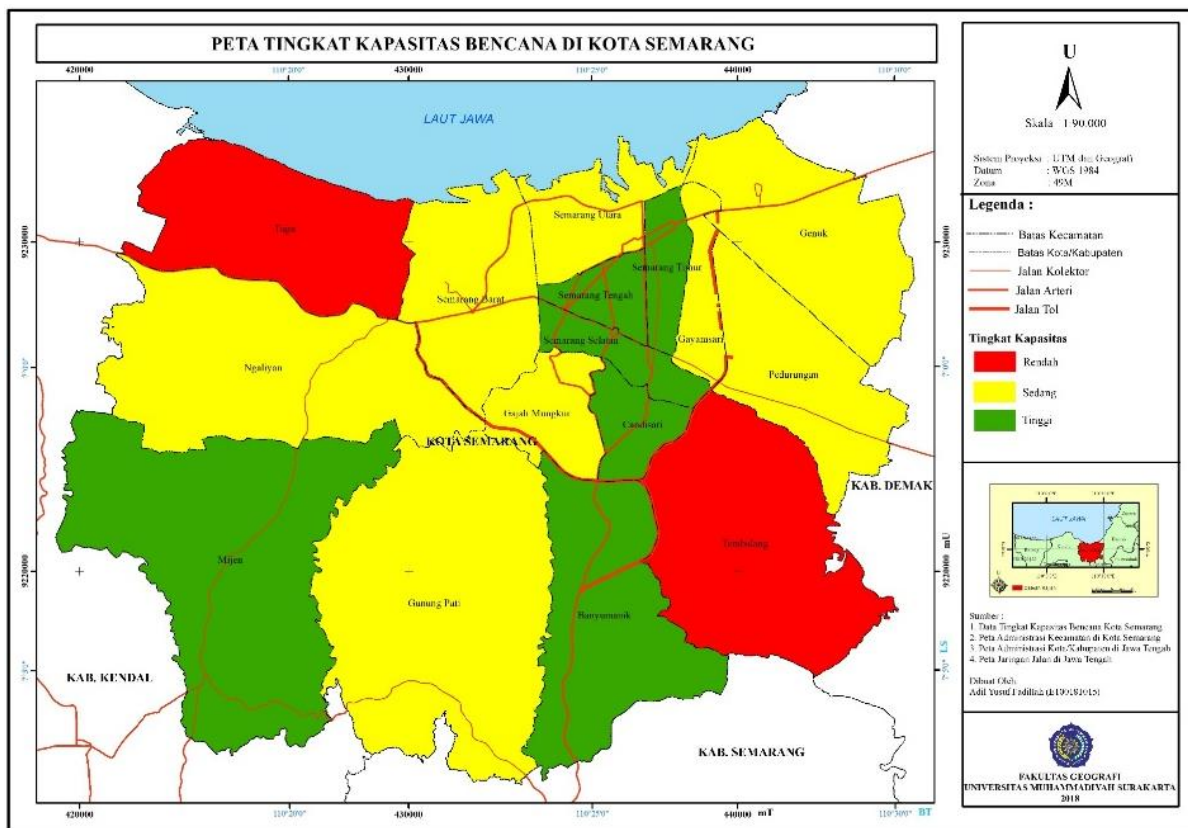
Gambar 5. Peta Tingkat Bahaya Angin Puting Beliung

Analisis persebaran kerentanan di Kota Semarang menyatakan bahwa dari 16 Kecamatan yang berada di Kota Semarang, terdapat 4 Kecamatan dengan tingkat kerentanan tinggi yaitu pada Kecamatan Semarang Barat, Mijen, Gunung Pati, dan Tembalang. Hal ini karena pada 4 Kecamatan tersebut memiliki kondisi dimana memiliki kerentanan ekonomi yang cukup tinggi karena sedikitnya jumlah lahan produktif terutama di Kecamatan Semarang Barat. Kemudian diketahui kerentanan fisik dan sosialnya tergolong tinggi karena pada 4 Kecamatan tersebut memiliki jumlah penduduk dan kelompok rentan yang tergolong tinggi terutama di Kecamatan Semarang Barat dan Tembalang dengan kisaran jumlah penduduk 171.000 jiwa serta jumlah bangunan non-permanen yang cukup banyak mencapai 4.000 bangunan. Pada 4 kecamatan tersebut berbanding terbalik dengan 6 Kecamatan lainnya seperti Kecamatan Tugu, Semarang Timur, Gayamsari, Semarang Selatan, Candisari, dan Gajah Mungkur yang mana mendapat kelas rendah untuk kondisi kerentanannya. Hal tersebut demikian meskipun kerentanan sosialnya tinggi untuk tingkat kepadatannya, namun pada kerentanan ekonomi dan fisiknya terbilang rendah karena memang pada 6 daerah tersebut memiliki luas lahan produktif yang sedikit serta tidak banyak memiliki jumlah bangunan non-permanen. Sedangkan sisanya terdapat kelas sedang yang mana terdiri dari Kecamatan Ngaliyan, Banyumanik, Semarang Utara, Semarang Tengah, Genuk, dan Pedurungan. Selengkapnya persebaran tingkat kerentanan dapat dilihat pada Gambar 6. Perlu diketahui bahwa tingkat kerentanan di suatu daerah dapat berubah-ubah menjadi lebih rendah ataupun lebih tinggi dari sebelumnya tergantung daripada masyarakat dan pemerintah daerahnya dalam upaya menurunkan tingkat risiko bencana di Kota Semarang.



Gambar 6. Peta Tingkat Kerentanan Angin Puting Beliung

Kapasitas bencana di Kota Semarang diketahui terdapat 2 Kecamatan yang memiliki tingkat kapasitas rendah yaitu pada Kecamatan Tugu dan Tembalang. Hal tersebut menjelaskan bahwa pada 2 kecamatan tersebut tergolong pada ketahanan yang kurang, baik itu dari masyarakat serta pemerintah setempat dalam upaya mengurangi tingkat risiko bencana yang mungkin terjadi. Sedangkan pada tingkat kapasitas tinggi diketahui terdapat di 6 Kecamatan di Kota Semarang yang berada pada kelas tinggi yaitu Kecamatan Mijen, Banyumanik, Candisari, Semarang Selatan, Semarang Tengah, dan Semarang Timur. Hal tersebut menandakan bahwa 6 Kecamatan tersebut memiliki tingkat ketahanan yang baik dari segi masyarakat serta pemerintah setempat dalam upaya mengurangi tingkat risiko bencana yang mungkin terjadi. Tingkat kapasitas di suatu daerah dapat berubah-ubah menjadi lebih rendah ataupun lebih tinggi tergantung daripada masyarakat dan pemerintah daerahnya dalam upaya menurunkan tingkat risiko bencana. Selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Peta Tingkat Kapasitas Bencana

Hasil dari pemetaan risiko bencana angin puting beliung diketahui bahwa Kota Semarang dari sebagian besar wilayahnya berisiko rendah dengan luas area 195,425 Km² atau 50,732%. Sedangkan wilayah dengan risiko tinggi menempati urutan paling sedikit yakni dengan luas 62,765 Km² atau 16,294% dari total luas wilayah Kota Semarang. Hal tersebut menunjukkan bahwa meskipun tingkat bahaya dan kerentanan tidak tergolong baik, namun dalam hal ini terbantu karena tingkat kapasitas daerah dan masyarakatnya yang tergolong baik. dan Selengkapnya dilihat pada Tabel 2 informasi Luasan Risiko angin puting beliung.

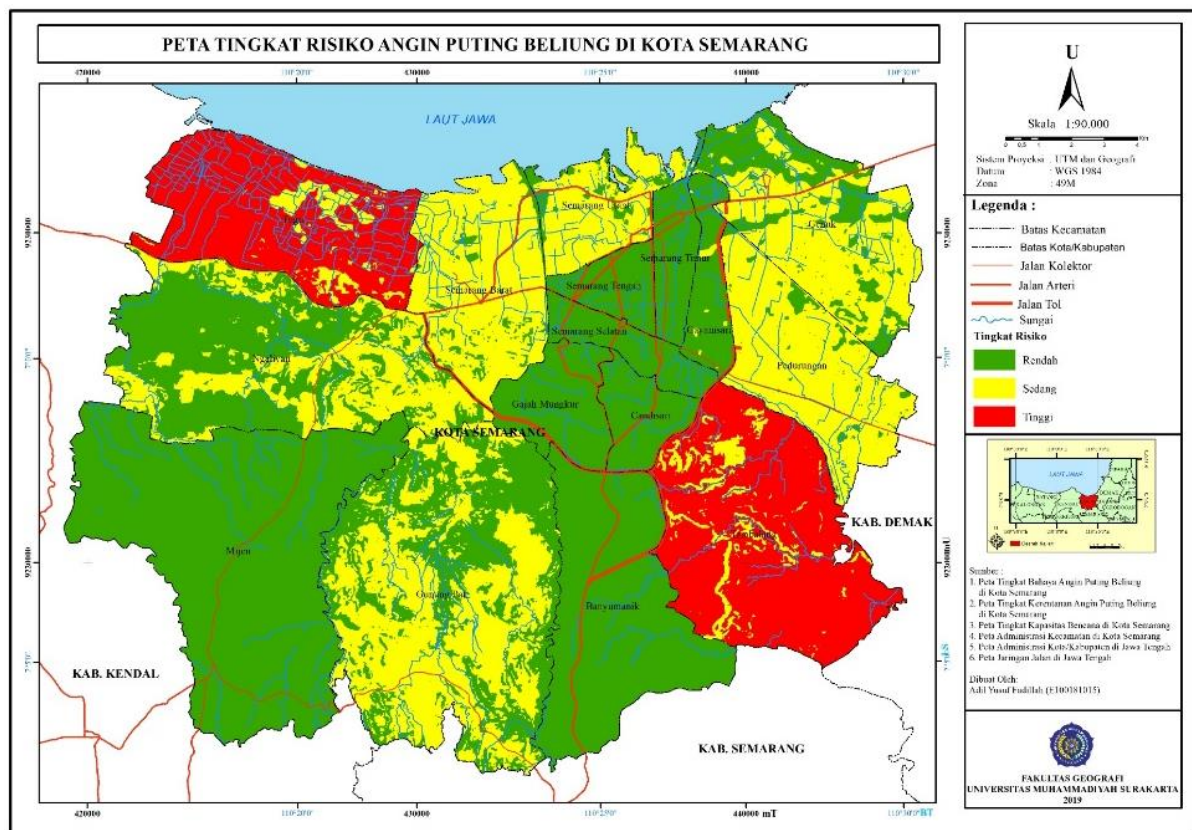
Tabel 2. Luasan Risiko Bencana

| No | Kecamatan | Luasan Tingkat Risiko (Km ²) | | | Jumlah |
|----|---------------|--|--------|--------|--------|
| | | Rendah | Sedang | Tinggi | |
| 1 | Banyumanik | 30,987 | 0 | 0 | 30,987 |
| 2 | Candisari | 6,537 | 0 | 0 | 6,537 |
| 3 | Gajah Mungkur | 9,712 | 0 | 0 | 9,712 |
| 4 | Gayamsari | 6,061 | 0,223 | 0 | 6,285 |
| 5 | Genuk | 9,128 | 17,515 | 0 | 26,643 |

| | | | | | |
|-----------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 6 | Gunung Pati | 25,989 | 33,677 | 0 | 59,665 |
| 7 | Mijen | 57,820 | 0 | 0 | 57,820 |
| 8 | Ngaliyan | 26,957 | 17,521 | 0 | 44,477 |
| 9 | Pedurungan | 1,340 | 20,797 | 0 | 22,137 |
| 10 | Semarang Barat | 1,789 | 20,866 | 0 | 22,655 |
| 11 | Semarang Selatan | 6,171 | 0 | 0 | 6,171 |
| 12 | Semarang Tengah | 5,360 | 0 | 0 | 5,360 |
| 13 | Semarang Timur | 5,628 | 0 | 0 | 5,628 |
| 14 | Semarang Utara | 1,945 | 9,279 | 0 | 11,224 |
| 15 | Tembalang | 0 | 4,088 | 36,080 | 40,168 |
| 16 | Tugu | 0 | 3,054 | 26,685 | 29,739 |
| Jumlah | | 195,424 | 127,019 | 62,765 | 385,208 |
| Persentase (%) | | 50,732 | 32,9742 | 16,2938 | 100 |

Sumber: Pengolahan (2019)

Banyaknya daerah yang memiliki tingkat risiko rendah akan bencana angin puting beliung di Kota Semarang dapat disebabkan karena tingginya tingkat kapasitas serta rendahnya tingkat kerentanan meskipun dalam hal potensi bahaya terhadap angin puting beliung terbilang mayoritas sedang. Hal tersebut berpengaruh karena pada kapasitas yang tinggi pada suatu daerah memungkinkan tingkat ketahanannya juga tinggi terhadap bencana, atau dalam hal ini sudah memahami bagaimana cara menghadapi bahaya angin puting beliung yang mungkin terjadi dan turut serta dalam mengurangi kerentanan di daerah tersebut dari ancaman yang ada sehingga dapat meminimalisir dampak dan kerugian yang ditimbulkan. Sedangkan untuk tingkat risiko bencana angin puting beliung yang tinggi diketahui dapat disebabkan karena tingkat kapasitas bencananya yang rendah dan tingkat bahayanya yang tergolong sedang hingga tinggi meskipun pada kerentanannya tergolong rendah hingga sedang. Hal tersebut berpengaruh karena pada kapasitas rendah dapat disimpulkan bahwa daerah tersebut belum dapat menahan potensi terjadinya bencana angin puting beliung yang terjadi, atau dalam hal ini belum memahami bagaimana cara menghadapi dan menurunkan tingkat bahaya angin puting beliung di Kota Semarang. Persebaran spasial risiko angin puting beliung di Kota Semarang secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 8 sebagai berikut.



Gambar 8. Peta Risiko Angin Puting Beliung

3.2 Pembahasan

Beberapa kajian mengenai analisis bahaya, kerentanan, kapasitas, dan risiko sudah dilakukan baik di kawasan Kota Semarang maupun luar Kota Semarang. Seperti pada penelitian Bahri, I.P (2014) melakukan kajian Aplikasi SIG dalam Penentuan Lokasi Hutan Kota Sebagai Mitigasi Bencana Angin Puting Beliung di Kabupaten Bondowoso. Metode yang digunakan adalah tumpangtusun/*overlay* pada tiap-tiap parameter melalui proses skoring. Hasil penelitian ini yaitu pada Karakteristik desa yang paling sering mengalami bencana angin puting beliung antara lain merupakan daerah dataran rendah yang berada di ketinggian di bawah 500 mdpl, merupakan daerah yang datar, memiliki kelerengan 0-8% seluas 1045,07 ha atau sebesar 89,21%, memiliki suhu permukaan antara 30°-35°C seluas 909,45 ha atau sebesar 77,63%, dan merupakan tempat yang didominasi oleh jenis tutupan lahan yang cukup terbuka berupa persawahan seluas 853,45 ha atau sebesar 72,85%. Kemudian penelitian Handoko et al (2017) mengenai Kajian Pemetaan Kerentanan Kota Semarang Terhadap Multi Bencana Berbasis Pengindraan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis. Metode yang digunakan adalah tumpangtusun/*overlay* pada

tiap-tiap parameter melalui proses skoring. Hasil penelitian ini yaitu khusus pada cuaca ekstrem Sebesar 3,320% dari luas kerentanan bencana cuaca ekstrem merupakan kelas kerentanan rendah yaitu seluas 1.281,344 Ha. Kemudian sebesar 65,498% dari luas kerentanan bencana cuaca ekstrem merupakan kerentanan sedang yaitu seluas 25.278,891 Ha. Sedangkan kerentanan tinggi sebesar 31,182% dari total luas kerentanan bencana cuaca ekstrem yaitu sebesar 12.034,755 Ha. Juga dalam penelitian Fachmawati et al (2017) tentang Tingkat Pengetahuan Masyarakat Terhadap Tingkat Kesiapsiagaan Bencana Angin Puting Beliung Di Kecamatan Sragen Kulon, Kabupaten Sragen. Metode yang digunakan adalah survei pengambilan sampel wawancara lapangan. Hasil Berdasarkan dari data yang sudah ada bahwa tingkat pengetahuan bencana masyarakat 38,5% dalam kategori sedang, tingkat kesiapsiagaan 27,8% dalam kategori agak sedang, tingkat peringatan bencana 40,2% dalam kategori agak sedang, tindakan kewaspadaan bencana 44% dalam kategori cukup sedang, dari data-data tersebut bahwa pengaruh tingkat pengetahuan masyarakat terhadap tingkat kesiapsiagaan bencana angin putting beliung di Kelurahan Sragen Kulon dalam kategori sedang, karena tingkat pengetahuan dan tingkat kesiapsiagaan bencana masyarakat belum termasuk cukup baik.

Sebagian hal mendasar yang dapat dilihat pada kajian terdahulu adalah penelitian sebatas mengkaji hanya bagian bahaya, kerentanan, dan kapasitas saja dengan tidak meneruskan ke kajian risiko. Pada penelitian Bahri, I.P (2014) diketahui berlokasi di Bondowoso yang mana memiliki karakteristik yang berbeda dengan Kota Semarang, namun pada hasil penelitian menunjukkan beberapa parameter menunjukkan persamaan seperti pada pengaruh morfologi, penggunaan lahan, dan suhu dengan perbedaan pada salah satu parameter yakni curah hujan tidak ada dalam penelitian tersebut. Kemudian pada kondisi dari tiap parameter yang mana Bondowoso lebih banyak memiliki morfologi yang datar dengan banyaknya lahan terbuka yang mana berbeda dengan Kota Semarang yang memiliki morfologi datar tidak seluas Bondowoso dengan banyaknya lahan terbangun. Kondisi tersebut kemungkinan berpengaruh terhadap potensi bahaya angin puting beliung yang dapat terjadi. Pada penelitian Handoko et al (2017) juga diketahui

hampir sama dengan bagian dari penelitian ini yang mana adanya tingkat kerentanan terhadap suatu bencana dan memiliki hasil persebaran kerentanan yang hampir serupa dengan perberbedaan berada di tahun saja atau dalam hal ini belum *update* yang berada pada akuisisi data tahun 2016, sedangkan pada penelitian penulis pada tahun 2018. Kemudian pada variable yang digunakan ada sedikit perbedaan di kerentanan sosial dan fisik yang mana pada social lebih kepada rasio jenis kelamin dan fisik lebih kepada fasilitas umum. Berbeda dengan penulis yang menggunakan jumlah bangunan untuk variable fisik dan kelompok rentan pada sosial karena lebih merepresentasikan secara umum daripada variable lapangan. Pada penelitian Fachmawati et al (2017) dijelaskan mengenai tahapan dan data apa saja yang diperoleh ketika melaksanakan survei kapasitas daerah terhadap bencana. Secara garis besar memang demikian serupa pada penerapannya, namun dalam hal ini data tersebut masih belum dapat disandingkan dengan penelitian ini karena pada luas wilayahnya yang memang sebatas Kecamatan di Kabupaten Sragen dibandingkan peneliti sendiri di Seluruh Kota Semarang karena adanya perbedaan tata cara dalam melakukan pengambilan data di lapangan.

Perbedaan dengan penelitian sebelumnya secara garis besarnya terletak pada metode dan tujuannya. Metode yang digunakan adalah metode survei dengan menentukan besaran akurasi terhadap pemodelan yang telah dilakukan dengan kondisi lapangan. Sehingga penelitian lebih akurat dan sesuai dengan lapangan, menggunakan kombinasi data kejadian dari BPBD Kota Semarang. Serta dalam pembobotannya yang mana penulis menggunakan AHP agar diketahui parameter mana yang paling berpengaruh terhadap bahaya angin puting beliung ini. Lalu adanya penambahan parameter suhu udara permukaan Tujuan penulis tidak hanya sekedar memetakan tapi juga menganalisis dampak risikonya.

4. PENUTUP

1. Potensi tingkat bahaya angin puting beliung yang tersebar merata di Kota Semarang diketahui hampir semua wilayahnya berpotensi, dengan potensi bahaya tinggi diketahui memiliki luas 109,793 Km² atau 28,502% dengan sebagian besar berada di Kecamatan Ngaliyan, Mijen, Gunung Pati, Banyumanik, Semarang Barat, Semarang Tengah, Semarang Utara, Semarang Selatan, Semarang Timur, Tembalang, Pedurungan, Genuk, dan Gayamsari.

2. Kerentanan tinggi diketahui berada pada 4 Kecamatan yakni Semarang Barat, Mijen, Gunung Pati dan Tembalang. Untuk kelas kerentanan rendah didapati 6 Kecamatan yakni Tugu, Gajah Mungkur, Candisari, Semarang Selatan, Semarang Timur, dan Gayamsari. Sedangkan sisanya kelas kerentanan sedang padad 6 Kecamatan diantaranya Ngaliyan, Banyumanik, Semarang Utara, Semarang Tengah, Genuk, dan Pedurungan.
3. Hasil analisis risiko angin puting beliung menunjukan pada sebagian Kecamatan Tugu dan Tembalang diketahui berisiko tinggi karena tingkat kapasitasnya rendah walaupun kerentanannya rendah dengan luas 62,765 Km² atau 16,293%. Kemudian untuk tingkat risiko sedang seluas 127,019 Km² atau 32,974% yang berada di sebagian Kecamatan Tugu, Gunung Pati, Ngaliyan, Semarang Barat, Semarang Utara, Genuk, dan Pedurungan. Sedangkan risiko dengan kelas rendah merupakan yang terluas mencapai 195,424 Km² atau 50,732% meliputi hampir seluruh wilayah Kota Semarang.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2018. *Kota Semarang dalam Angka 2018*. Semarang
- Bahri, P. I. 2014. Aplikasi Sig Dalam Penentuan Lokasi Hutan Kota Sebagai Mitigasi Bencana Angin Puting Beliung Di Kabupaten Bondowoso. *Skripsi*. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor
- Djamaluddin. 2012. Memahami Badai tropis, Angin Kencang, dan puting Beliung. jurnal. Deputy Sains LAPAN. Jakarta
- Faizana et al .2015.Pemetaan Risiko Bencana Tanah Longsor Kota Semarang .Jurnal Geodesi Undip . Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
- Fakhrurrozi & Sari.2016.Tingkat Ketangguhan Bencana Di Kota Semarang Berdasarkan Survei Mastaben .Prosiding Geotek Expo Puslit Geoteknologi LIPI.
- Handoko. 1995. klimatologi dasar, landasan pemahaman fisika atmosfer dan unsur unsur iklim. bogor: pustaka jaya
- Handoko et al. 2017. Kajian Pemetaan Kerentanan Kota Semarang Terhadap Multi Bencana Berbasis Pengindraan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis . Jurnal Geodesi Undip . Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

- Ilham, W., & Kadir, S. 2009. *Investigasi Dan Model Terpadu Untuk Menduga Dampak Angin Puting Beliung Di Kawasan Hutan Dan Pedesaan Di Provinsi Kalimantan Selatan*. Jurnal Hutan Tropis Borneo. Volume 10 No. 28. Hal 292-304.
- Martono. 2017. *Impacts of Extreme Weather on Sea Surface Temperature in the Western Waters of Sumatera and the South of Java in June 2016*. Forum Geografi, Vol 31 (1) July 2017: 108-117 . Forum Geografi, Vol 31 (1) July 2017: 108-117 .Centre of Atmospheric Science and Technology (LAPAN)
- Nurjani, E., Rahayu, A., & Rachmawati, F. 2013. *Kajian Bencana Angin Ribut Di Indonesia Periode 1990-2011: Upaya Mitigasi Bencana*. Jurnal Geomedia. Volume 11 Nomor 2.
- Nurlambang, T., dkk. 2013. Penanggulangan Bencana Cuaca Ekstrem di Indonesia. Jurnal. Mataram: Prosiding Seminas Riset Kebencanaan.
- Peraturan kepala BNPB No 02 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana
- Peraturan Kepala Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika No: KEP 009 tahun 2010 tentang Prosedur standar operasional pelaksanaan peringatan dini, pelaporan, dan diseminasi informasi cuaca ekstrem
- Prawirowardoyo, S., 1996. Meteorologi. Bandung: Penerbit ITB
- Putra, K. B. P. 2015. Analisis Kerentanan Bangunan Terhadap Bencana Angin Puting Beliung Di Kecamatan Tanon Kabupaten Sragen. *Skripsi*. Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Putuhuru, Ferad. 2015. *Mitigasi Bencana dan Penginderaan Jauh*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Saaty, T.L. (2008). *Decision Making with the Analytic hierarchy process Katz Graduate School of Business, University of Pittsburgh, USA: Int. J. Services Sciences*, Vol. 1, No. 1, 2008
- Utomo, Dwiyono Hari. 2016. Meteorologi Klimatologi. Bantul: magnum pustaka utama